

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-156199

(P2005-156199A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/00	GO 1 B 11/00 H	2 F 0 6 5
GO 6 T 1/00	GO 6 T 1/00 3 3 0 B	5 B 0 5 7
GO 8 G 1/16	GO 8 G 1/16 C	5 H 1 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-391589 (P2003-391589)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成15年11月21日 (2003.11.21)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100075096
			弁理士 作田 康夫
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(72) 発明者	大塚 裕史
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社日立製作所
			日立研究所内
		(72) 発明者	武長 寛
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社日立製作所
			日立研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両検知方法及び車両検知装置

(57) 【要約】

【課題】

単眼カメラ、あるいは単眼カメラとレーダとの組み合わせによって近傍の車両から遠方の車両まで高精度に位置と方向を特定可能なシステムを提供する。

【解決手段】

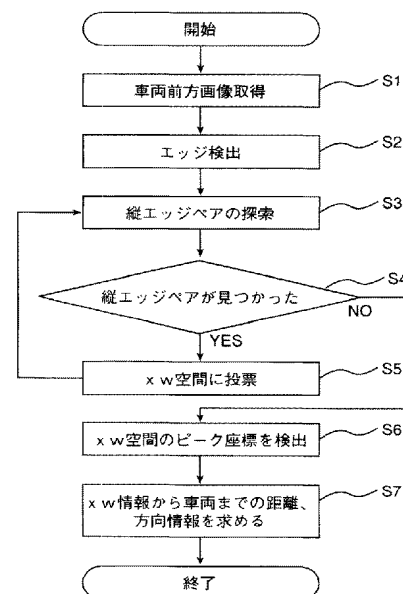
自車両の前方の画像を取得する撮像手段と、前記撮像手段で取得した画像を処理して輝度変化部分を抽出するエッジ点抽出手段と、前記エッジ点の情報をもとに、2次元座標系の投票空間上に投票を行う投票手段と、前記投票空間における前記投票値のピークを検出するピーク検出手段を備えた投票方式を用いた車両検知装置及び車両検知方法とする。

【効果】

単眼カメラで車両検知を行っているため安価に実現でき、車両両端のエッジを使い車両背面のパターンを使用していないため、様々なタイプの車両を検知することが可能である。

【選択図】 図1

図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮像手段によって自車両の前方の画像を撮影し、  
エッジ点抽出手段によって撮影した画像の輝度変化部分をエッジ点として抽出し、  
投票手段によって前記エッジ点の情報をもとに 2 次元座標系の投票空間上に投票を行い

、  
ピーク検出手段によって前記投票空間における前記投票値のピークを検出し、  
前記ピークとなる座標を車両として検知することを特徴とする車両検知方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の車両検知方法において、

前記投票空間上に投票する情報は、画像上で水平方向に位置する 2 つの縦エッジの水平位置から求められる情報であることを特徴とする車両検知方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の車両検知方法において、

先行車両までの距離、方向を検知する測距手段を備え、前記測距手段で測定した距離、方向データをもとに、前記ピーク検出手段は前記投票空間における前記投票値のピークを検出する範囲を特定することを特徴とする車両検知方法。

**【請求項 4】**

自車両の前方を撮影した画像を基に、2 次元座標系の投票空間上に投票を行う投票方式によって、自車両の前方を走行する他の車両の検知を行うことを特徴とする車両検知方法

**【請求項 5】**

自車両の前方の画像を取得する撮像手段と、前記撮像手段で取得した画像を処理して輝度変化部分を抽出するエッジ点抽出手段と、

前記エッジ点の情報をもとに、2 次元座標系の投票空間上に投票を行う投票手段と、前記投票空間における前記投票値のピークを検出するピーク検出手段を備えたことを特徴とする車両検知装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、画像処理を用いた車両検知方法及び車両検知装置に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

車載カメラから得られた画像に基づいて車両の位置及び方向を検出する方法は数多く存在するが、大きく分けて 2 つ挙げられる。一つはエッジを検出してそのエッジを解析する方法、もう一つはパターンマッチングを行う方法である。そのうちエッジを用いる方法は車両の大きさの変化に追従できることと、車両の左右端が検出できるメリット等のため、数多く提案されている。特にステレオカメラ方式は、エッジを解析することで視差を検出している。例えば 2 つのカメラで縦エッジの対を検出して、縦エッジの対の視差がほぼ等しい場合に車両の両端であると推定する車両検知方法は、2 つのカメラによって距離が求まるため、背景との分離が比較的容易に行えて信頼性が高い。しかしながら、上記車両検知方法は、カメラが 2 台必要となるため、重量増、コスト高などにつながる。また 2 つのカメラのキャリブレーションを行うことも、生産コストの増加につながる。

**【0003】**

そこで、単眼カメラにおける車両検知方法も数多く提案されている。たとえば、自車線内では水平エッジの密集領域を車両候補とし、隣接車線では垂直エッジ密集領域の移動を解析して車両候補とするかを判断し、水平エッジを検出した場合に車両候補とすることが提案されている（例えば特許引用文献 1）。しかしながら、水平エッジが密集していることが検出できる状況は先行車両が近距離にある場合に限られ、遠方で車両が小さくなると

10

20

30

40

50

解像度の関係上、必ずしも水平エッジが密集して現れるとは限らない。また、逆光時には車両後部が全体的に影で黒くなるため水平エッジはほとんど観測されなくなる。

【0004】

その他にも、初期の車両エッジ輪郭モデルを設定してから、その後はそのモデルとの照合を行う車両検知方法や、自車の走行車線内にある先行車両の影部分に存在する水平エッジと、先行車の両端を表す縦エッジの対を求めてから、その後は水平エッジの位置と両端の縦エッジの幅によって連続的に計算する車両検知方法が提案されている。いずれも初期の車両検知が正確に行われることで効果を発揮するが、初期の車両検知に失敗した場合にはその後の誤認識に繋がる。エッジの縦軸、横軸に対する投影分布から、車両の上下端、左右端にピークが現れる特徴を利用して車両候補を求める検知方法が提案されている。上記方法は、ウィンドウの設定の仕方によってピークの出力に違いが生じる。車両以外のノイズ領域が含まれるようにすると他の部分にピークが出て解析が煩雑となるため、車両以外の領域を極力含まないようなウィンドウ設定が必要となる。しかしながら、車両位置がわかっていない状態で最適なウィンドウを設定することは、難しい。

【0005】

【特許文献1】特開2002-334330号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

単眼カメラあるいは単眼カメラとレーダとの組み合わせによって近傍の車両から遠方の車両まで高精度に特定可能なシステムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

自車両の前方を撮影した画像を基に、2次元座標系の投票空間上に投票を行う投票方式を用いて、自車両の前方を走行する他の車両の検知を行うことを特徴とする車両検知方法とすることで上記課題を解決する。

【発明の効果】

【0008】

本車両検知方法は、単眼カメラで車両検知を行っているため安価に実現でき、車両両端のエッジを使って車両を検知しているため、様々なタイプの車両を検知することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1は、本発明である車両検知方法の処理フローである。本実施例では、車両に設置されたカメラから画像を入力する車両前方画像取得ステップ(S1)と、車両前方画像取得ステップS1で入力された入力画像の輝度変化部分をエッジとし、前記エッジの位置、強度、方向成分を検出するエッジ検出ステップ(S2)と、エッジ点の方向成分から縦エッジかどうかを判定し、縦エッジがあれば水平方向に別の縦エッジがあるかどうかを探索する縦エッジペア探索ステップ(S3)と、縦エッジペアが見つかったかどうかを判定して処理を変更する縦エッジペア有無判定ステップ(S4)と、縦エッジペアが見つかった場合、縦エッジペアのそれぞれのx座標から、中心位置xと幅wを算出してxw空間に投票するxw空間投票ステップ(S5)と、xw空間のピーク座標を検出するピーク座標検出ステップ(S6)と、ピーク座標のxw情報から車両までの距離方向情報を算出する車両情報算出ステップ(S7)によって車両が検知される。

【0010】

本実施例の車両距離制御システム(以下ACCとする)の構成例を図3に示す。車両検知部301において、車両の走行方向前方に向けられたカメラ304から得られた車両前方画像を、画像処理手段305に転送する。画像処理手段305は本発明の車両検知方法によって、画像上の先行車両の位置を認識し、自車両と先行車両の位置関係を算出してACC制御部302に転送する。ACC制御部302では先行車両との位置関係から、車

間距離を一定に保つように必要に応じて、アクセル制御手段306によるアクセル制御や、ブレーキ制御手段307によるブレーキ制御を行うようACC実行部303に信号を送り、車両の速度を制御する。以下、図1に従って本車両検知方法の詳細な説明を行う。

#### 【0011】

本車両検知方法における各ステップの詳細について図2を用いて説明する。

#### 【0012】

まず、車両前方画像取得ステップS1では車両前方を撮像できるように設置されたカメラ304で撮像された車両前方画像を画像処理手段305に転送する。車両前方画像は図2(a)のような濃淡画像で、図2(a)は先行車両201のテール部分および、背景が写っている例を表した絵である。車両前方画像取得ステップS1以降のエッジ検出ステップS2から車両情報算出ステップS7までの処理は、画像処理手段305において行われる。

10

#### 【0013】

エッジ検出ステップS2では、画像処理手段305の画像メモリ(図示せず)に格納された入力画像の輝度変化部分をエッジとして抽出し、前記エッジの方向情報を付加したデータとして算出する。前記データは、各エッジ点について位置情報 $x$ 、 $y$ および、方向情報 $\theta$ を含んでいる。ここで、位置情報は画面上での値で単位はピクセル、方向情報 $\theta$ は画面上でのエッジの方向を表し、0度から360度の値をとる。本実施例では、エッジの方向は、図2(b)の矢印の向きように輝度の高い方向に対して90度右に傾けた方向になるように定義する。輝度の高い方向に対して90度傾けているのは、エッジの方向を輪郭線の向きにあわせるためであり、傾ける方向に関しては左でも構わないがどちらかに統一しておく。

20

#### 【0014】

縦エッジペア探索ステップS3から $xw$ 空間投票ステップS5では、エッジ検出ステップS2で検出したエッジ情報を利用して車両の幅、中心位置の候補を求めるステップである。先行車両の左右には背景との輝度差、すなわち縦エッジが現れやすいため、縦エッジに注目する。先行車両の左右端の縦エッジであれば左右のペアで現れることが多いため、左右一組の情報として考える。

#### 【0015】

縦エッジペア探索ステップS3では、縦エッジのみに注目し、縦エッジの水平方向に並んだペアを探索する。図2の例では、図2(c)の検出領域202で囲まれた2つの矢印が先行車両両端のエッジである。図2(d)は図2(c)の検出領域202部分を拡大した図である。矢印の向きはエッジの方向を表している。先行車両両端のエッジの場合、エッジの方向は図2(d)のように正反対の方向である可能性が高い。そこで、左右で同一方向の縦エッジペアは無視して、正反対の方向をもつ縦エッジのペアを探索することで、車両の両端エッジペアではない組み合わせをなるべく選ばないようにすることが可能となる。

30

#### 【0016】

縦エッジペア有無判定ステップS4では、縦エッジペアがまだ画像中に残っているかどうかを判断して、まだ探索が終了していなければ $xw$ 空間投票ステップS5へ、探索がすべて終了していればピーク座標検出ステップS6へ処理を切り替える。

40

#### 【0017】

$xw$ 空間投票ステップS5では、縦エッジペア探索ステップS3で探索した縦エッジペアのそれぞれの $x$ 座標から、図2(d)のように中心位置 $x_p$ と幅 $w_p$ を算出して、図2(e)に示す $xw$ 空間上の座標 $(x_p, w_p)$ 203に投票する。 $xw$ 空間上の座標 $(x_p, w_p)$ 203に投票するとは、 $xw$ 空間上の座標 $(x_p, w_p)$ 203の値に任意の値(例えば1)を加えることを意味している。 $xw$ 空間は縦エッジペア探索ステップS3前にあらかじめメモリ上に確保され、すべての座標はゼロクリアされ初期化が行われているものとする。すなわち、縦エッジペアから計算される $(x, w)$ の2次元頻度分布を取っていることになる。図2(d)のように縦エッジの左側の座標が $(x_1, y_1)$ 、右側の

50

座標が  $(x_2, y_1)$  とすると、 $x_p, w_p$  は以下のような式で計算される。

【0018】

【数1】

$$x_p = \frac{x_1 + x_2}{2} \quad \dots\dots (1)$$

【0019】

【数2】

$$w_p = x_2 - x_1 \quad \dots\dots (2)$$

10

【0020】

ここで、 $x_2 > x_1$  である。画像上での先行車両は後ろから撮像されていて、おおよそ長方形に近似できるため、先行車両両端の縦エッジペアは  $y$  座標が変わってもほぼ  $(x_p, w_p)$  近辺の値に収束する。すなわち、先行車両両端の縦エッジペアの投票を繰り返すことで座標  $(x_p, w_p)$  近辺あるいはその近傍座標の値が増加することになり、座標  $(x_p, w_p)$  近辺に値のピークが現れる。

【0021】

本実施例では、投票空間の横軸を車両中心位置  $x$ 、縦軸を車両幅  $w$  と定義しているが、最終的に車両中心位置と車両幅が求まればどのように定義してもよい。たとえば横軸を縦エッジの左側の  $x$  座標、縦軸を縦エッジの右側の  $x$  座標として投票空間を形成して、ピーク位置が求まってから車両中心位置と車両幅を計算してもよい。このように最終的に車両中心位置と車両幅が求まるパラメータであれば投票空間の縦軸横軸はどのように定義しても構わない。

20

【0022】

ピーク座標検出ステップ S6 では、 $xw$  空間のピーク座標を探索して車両中心位置と車両幅の組み合わせ  $(x_p, w_p)$  を求める。ここで、縦エッジのペアは先行車両両端だけではなく、先行車両のナンバープレートやテールランプ、ガードレール、電柱等のノイズである可能性もあり、その分の投票も行われている。また、先行車両が隣接車線等に複数存在する場合があるため、実際にはピークは複数出現することになる。そのため、どのピークが先行車両のものなのかを判断しなければならない。

30

【0023】

判断する方法のひとつに画像処理を用いる方法が挙げられる。検知されたピークから、その領域の左右端が逆算できるため、逆算された領域内で先行車両らしいかどうかを判断する。例えば車両の下端には影ができるためその情報を利用して、領域内に水平エッジが並んでいる横ラインを探索したり、平均濃度よりも十分に低い黒い横ラインを探索することでその領域が車両かどうか判断できる。

【0024】

車両かどうか判断するもうひとつの方法として、レーダ情報を用いてセンサフュージョンを行う方法がある。すなわち、構成として図4のように先行車両までの距離、方向等を検知するためのレーダ401を組み込む。レーダ401は距離、方向が検知できればよく、ミリ波レーダ、レーザーレーダ等の、いずれでもかまわない。レーダ情報を使う場合、レーダ401で得られた距離、方向情報から  $xw$  空間でピークを探索する範囲を限定することができるため、ノイズのピークを効率良く排除することが可能となる。

40

【0025】

以下、レーダ401で得られた距離、方向情報から  $xw$  空間でピークを探索する範囲を限定する方法について説明する。車両中心位置情報  $x$  と車両幅情報  $w$  は画像上の値となるが、実際の車両幅（例えば1.7mと仮定）、カメラパラメータ（CCDサイズ、焦点距離等）が既知である場合、 $x, w$  から実際の車両までの距離、方向が一意に求まる。つまり  $xw$  情報と実際の距離方向情報は一対一に対応しており、相互変換可能な情報である。

50

すなわち、レーダ情報から  $x, w$  空間のどのあたりにピークが出現するかは予測ができるため、レーダ情報の距離、方向情報を  $x, w$  に変換して、その周辺に限定してピークを探索するようにすれば、ノイズのピークは最初から排除することが可能となる。

#### 【0026】

ここで、レーダ401側から見たセンサフュージョンのメリットを説明する。レーダ401の課題のひとつに横方向の精度の悪さが挙げられる。これは、先行車両が幅をもっていることから、先行車両のどの部分で反射してきた反射波なのか判断できないことが原因である。しかし本車両検知方法の場合、画像上で車両の両端を検知するため横方向の精度が高く、フュージョンすることでのメリットが大きい。また、レーダ401はガードレール等の反射波を誤検知することがあるという課題もある。これについては、誤検知情報である距離、方向情報を  $x, w$  に変換して、その周辺に限定してピークを探索した場合、車両では無いためピークが存在する可能性は低い。そのため、車両以外のものを誤検知であることを判定することが可能となる。

#### 【0027】

車両情報算出ステップS7では、ピーク座標検出ステップS6で検出したピークの座標値  $x, w$  から実際の距離方向情報に変換して終了する。変換については前述したように実際の車両幅（例えば1.7mと仮定）、カメラパラメータ（CCDサイズ、焦点距離等）が既知である場合、 $x, w$  から実際の車両までの距離、方向が一意に求まる。

#### 【0028】

次に、エッジの検出方法について説明する。エッジの位置のみの検出方法については様々な方法があるが、エッジの方向成分まで含めて算出する方法としては、ソーベルフィルタによる方法や、2次元ゼロクロス法等が挙げられる。本実施例では、 $3 \times 3$  のソーベルフィルタによる方法について説明する。

#### 【0029】

$3 \times 3$  のソーベルフィルタでは、ある注目画素を中心とした上下左右の9つの画素値に対して、図5に示すような係数をそれぞれ乗算し、結果を合計することでエッジの強度を算出する。垂直方向の係数行列402と水平方向の係数行列403を用いて、この処理を行う。

#### 【0030】

垂直方向の合計値を  $G_x$ 、水平方向の合計値を  $G_y$  とすると、注目画素の画素値  $G$  は式(3)のようになる。

#### 【0031】

【数3】

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad \dots\dots (3)$$

#### 【0032】

この画素値  $G$  はエッジの強度を表し、大きいほどその地点の近傍で輝度差が大きいことを示す。この  $G$  の値があらかじめ設定したエッジ抽出閾値よりも大きければ、その部分の画素はエッジ点として抽出することになる。抽出漏れを防ぐため、エッジ抽出閾値は十分に下げることが必要であるが、下げすぎた場合エッジの数が膨大となるため処理時間と誤認識を考慮し適当な値に設定する必要がある。

#### 【0033】

エッジの方向  $\theta$  は、エッジ強度の各方向成分  $G_x$  と  $G_y$  から、下記の式(4)で求まる。

#### 【0034】

【数 4】

$$\theta = \begin{cases} \tan^{-1} \frac{-G_y}{G_x} & (G_x > 0, G_y \geq 0) \\ \tan^{-1} \frac{-G_y}{G_x} + 180 & (G_x < 0) \\ \tan^{-1} \frac{-G_y}{G_x} + 360 & (G_x > 0, G_y < 0) \\ 90 & (G_x = 0, G_y < 0) \\ 270 & (G_x = 0, G_y > 0) \end{cases} \quad \dots\dots (4)$$

10

【0035】

前述したように、方向  $\theta$  は画面上でのエッジの方向を表し、0度以上360度未満の値をとる。エッジの方向は、輝度の高い方向に対して90度右にずらした方向に変換して用いる。

20

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の一実施例である車両検知方法の処理フローである。

【図2】本発明の一実施例である車両検知方法の画像処理の流れ図である。

【図3】本発明の一実施例であるACCのシステム構成図である。

【図4】本発明の他の実施例であるACCのシステム構成図である。

【図5】3×3ソーベルフイルタの係数行列である。

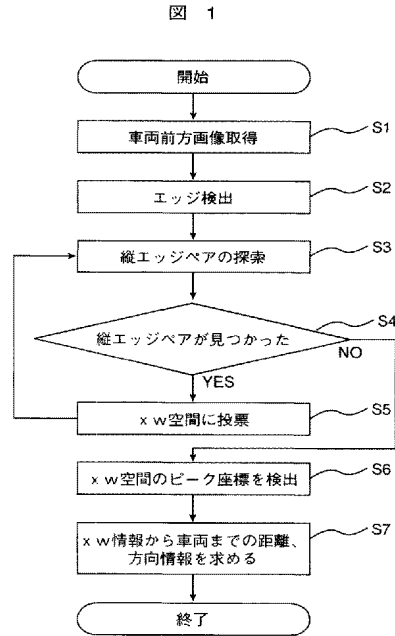
【符号の説明】

【0037】

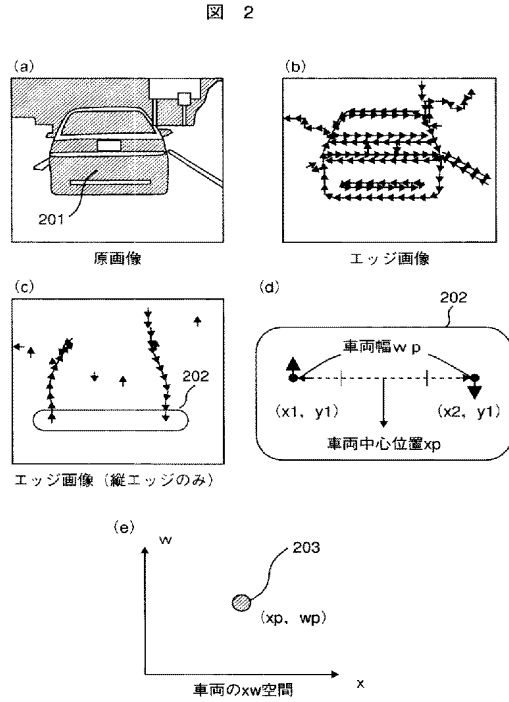
201…先行車両、202…検出領域、203…座標(xp, wp)、301…車両検知部、302…ACC制御部、303…ACC実行部、304…カメラ、305…画像処理手段、306…アクセル制御手段、307…ブレーキ制御手段、401…レーダ。

30

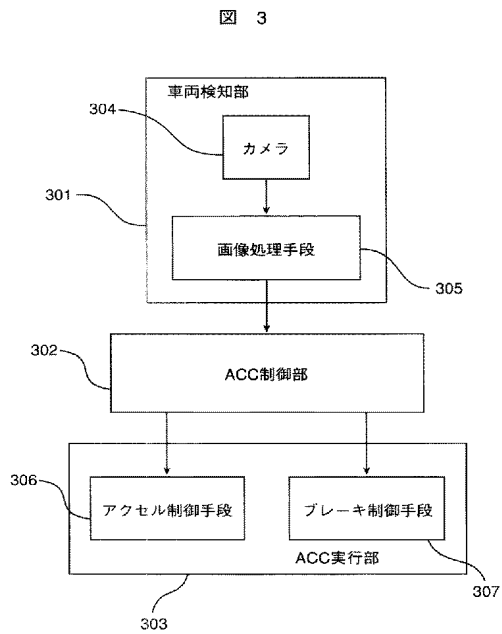
【図 1】



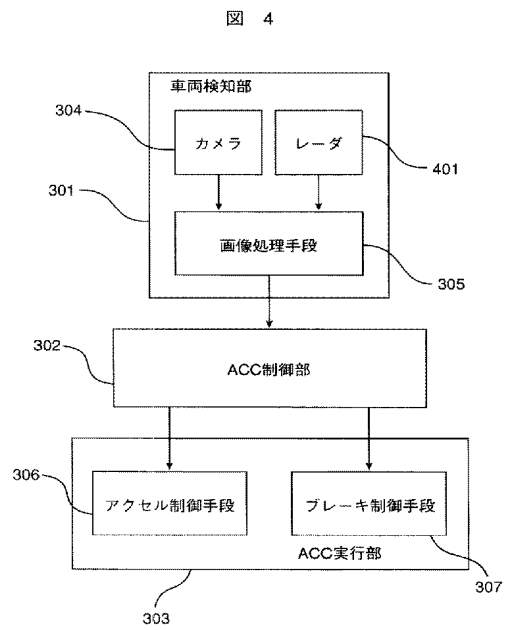
【図 2】



【図 3】



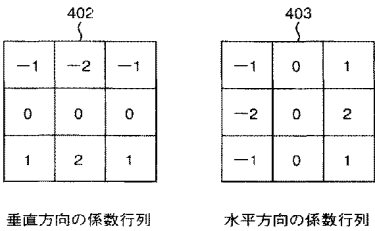
【図 4】





【 図 5 】

図 5



---

フロントページの続き

(72)発明者 門司 竜彦

茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地  
ブシステムグループ内

株式会社日立製作所オートモティ

F ターム(参考) 2F065 AA01 AA06 BB05 CC11 FF01 FF04 JJ03 JJ09 JJ26 MM03  
MM07 QQ27 QQ29 QQ32 QQ43 UU05  
5B057 AA16 BA02 DA07 DB02 DB09 DC05 DC16 DC38  
5H180 AA01 CC04 CC12 CC14 LL01 LL04

【要約の続き】

**PAT-NO:** JP02005156199A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2005156199 A  
**TITLE:** VEHICLE DETECTION METHOD AND  
VEHICLE DETECTOR  
**PUBN-DATE:** June 16, 2005

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
OTSUKA, YASUSHI	N/A
TAKENAGA, HIROSHI	N/A
MOJI, TATSUHIKO	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
HITACHI LTD	N/A

**APPL-NO:** JP2003391589  
**APPL-DATE:** November 21, 2003

**INT-CL (IPC):** G01B011/00 , G06T001/00 , G08G001/16

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To precisely specify a position and a direction ranging over from a vehicle in the vicinity thereof to a vehicle in the long distance, by a single eye camera or combination of the single eye camera and a radar.

**SOLUTION:** This method/detector uses a voting system provided

with an imaging means for acquiring an image of a front side of own vehicle, an edge extraction means for processing the image acquired by the imaging means to extract a brightness change portion, a voting means for executing voting on a voting space of a two-dimensional coordinate system, based on information of an edge point, and a peak detecting means for detecting a peak of a voting value in the voting space. Inexpensive realization is possible thereby because the vehicle is detected by the single eye camera, and various types of vehicles are detected because the edges of vehicular both ends are used and because not using a pattern of vehicular back face.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIP